

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

09/462961

EP99/3070



EFU

REC'D 24 JUN 1999	
WIPO	PCT

Bescheinigung

Die Carl Zeiss Jena GmbH in Jena/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Beleuchtungsanordnung für ein Stereomikroskop"

am 18. Mai 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol G 02 B 21/06 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 28. Mai 1999

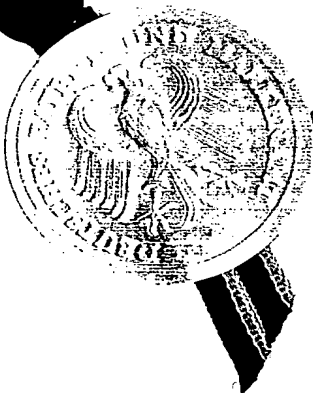
Deutsches Patent- und Markenamt

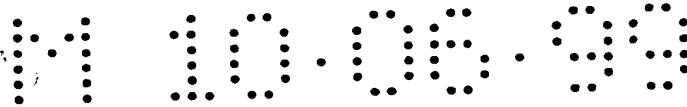
Der Präsident

Im Auftrag

Sleck

chen: 198 22 255.6





In der Stereomikroskopie gehören zum Stand der Technik externe Auflicht - Beleuchtungsanordnungen, bei denen außerhalb des Mikroskop - Grundkörpers Direktbeleuchtungen angeordnet werden.

Das können Halogenlampen mit Reflektorspiegel sein, die am Stereomikroskop - Träger, an der Stativsäule oder am Stereomikroskop - Grundkörper selbst befestigt sind und eine schräge Auflichtbeleuchtung ermöglichen.

Es sind Kaltlichtbeleuchtungen bekannt, die beispielsweise an der Stativsäule oder am Stereomikroskop - Träger befestigt sind und z. B. in der Ausführung als flexible oder halbstarre ein- oder mehrarmige Lichtleiter mit Fokussieroptik vorliegen. Ohne Befestigung am Stereomikroskop - Grundkörper oder am Stativ gibt es ein- oder mehrarmige halbstarre, sog. Schwanenhälse, die ausschließlich an der Kaltlichtquelle befestigt sind und frei im Raum positioniert werden können.

Weiterhin sind im Stereomikroskop - Frontbereich befestigbare Kaltlicht - Ringleuchten bekannt, die z. B. als 4 - Punkt - Ringlicht oder als Spaltringlicht in unterschiedlichen Durchmessern und Abstrahlwinkeln angeboten werden. Alle diese externen Auflicht - Beleuchtungsanordnungen gewährleisten eine sehr differenzierte Auflichtbeleuchtung, d. h. das stereomikroskopische Objekt kann entsprechend seiner Oberflächenstruktur und räumlichen Ausdehnung optimal „ausgeleuchtet“ werden. Nachteilig bei diesen externen Beleuchtungsanordnungen ist der z. T. erhebliche Bauraum im Objektbereich, d. h. die direkte Sicht auf das Objekt und der Freiraum für Manipulationsaufgaben wird z. T. erheblich eingeschränkt.

Nachteilig ist bei diesen externen Beleuchtungsanordnungen weiterhin, daß bei der Befestigung des Stereomikroskops in Sonderstativen (z. B. Maschinenhalterungen Boden- oder Wandstativen) und der damit verbundenen freien Positionierung des Stereomikroskops im Raum das „Licht“ immer erst separat „nachgeführt“ werden muß (sofern die Beleuchtungsanordnung nicht am Stereomikroskop - Grundkörper selbst befestigt ist). Diese genannten Nachteile können vermieden werden, wenn es in geeigneter Weise gelingt, die Beleuchtungsanordnung selbst möglichst platzsparend im Stereomikroskop - Grundkörper zu integrieren.

International sind eine ganze Reihe verschiedenartige, z. T. bereits veröffentlichte Lösungsvorschläge bekannt, die das Ziel verfolgen, in geeigneter Weise in optischen Instrumenten (beispielsweise Fotokameras, Videokameras, Camcorder, Mi-

14.10.05.99

kroskope, Stereomikroskope, Operationsmikroskope) Beleuchtungssysteme direkt zu integrieren.

In der Stereomikroskopie gehören zum Stand der Technik interne Auflicht - Beleuchtungsanordnungen, bei denen innerhalb des Mikroskop - Grundkörpers das Licht über geeignete Strahlteilelemente (Prismen, Teilerspiegel) in die Beobachtungskanäle eingekoppelt wird (koaxiales Auflichtprinzip). Dabei kann das Licht über eine konventionelle mikroskopische Auflichteinrichtung oder über Kaltlichtquelle und Lichtleiter erzeugt und transportiert werden bis es dann über die o. g. Strahlteilelemente an unterschiedlichen Stellen (z. B. oberhalb oder unterhalb des Stereomikroskop - Pankratsystems) in die Beobachtungskanäle eingekoppelt wird. Neben den im Stereomikroskop - Grundkörper fest integrierten o. g. koaxialen Beleuchtungsanordnungen gibt es auch modular aufgebaute Einheiten, die beispielsweise trennbar zwischen Stereomikroskop - Pankratsystem und Hauptobjektiv angeordnet werden können (z. B. Zeiss - Stereomikroskope in Teleskopbauweise mit modularer koaxialer Beleuchtungseinrichtung und flexibler Lichtleitereinkopplung, Lichtleiteranschluß an SCHOTT - Kaltlichtquelle KL 1500). Vorteilhaft bei der koaxialen Beleuchtungsanordnung ist die „Mitführung“ des Lichtes mit dem Stereomikroskop - Grundkörper und bei interner Einkopplung oberhalb des stereoskopischen Pankratsystems eine exakte Objektfeldanpassung beim Zoomen. Bei interner Einkopplung unterhalb des stereoskopischen Pankratsystems ist das beleuchtete Objektfeld konstant groß und wird für das mit dem Pankraten maximal erreichbare Objektfeld ausgelegt. Nachteilig bei all den o. g. Anordnungen mit koaxialem Auflichtprinzip ist die Entstehung starker Reflexe - insbesondere bei stark reflektierenden Objektoberflächen - und eine damit verbundene Bild - Kontrastverschlechterung durch die Lichteinkopplung in die Beobachtungskanäle. Zum Stand der Technik gehören auch die verschiedenen Anordnungsmöglichkeiten zur Reflexunterdrückung mit polarisationsoptischen Mitteln (z. B. „Antiflexeinrichtung“ für Zeiss - Stereomikroskope in Teleskopbauweise). Die bekannte Reflexunterdrückung mit polarisationsoptischen Mitteln hat seinerseits wiederum den Nachteil, daß durch das hohe Absorptionsvermögen der mindestens 2 notwendigen Polarisationsfilter eine erhebliche Verminderung der Beleuchtungsstärke stattfindet. Weitere, aus diesem Grundprinzip abgewandelte interne Auflicht - Beleuchtungsanordnungen benutzen bei Stereomikroskopen in Teleskopbauweise nur das vorgeschaltete Hauptobjektiv zur Lichteinkopplung in die Be-

14.10.05.99

obachtungsstrahlengänge oder in einer zu den Beobachtungskanälen unterschiedlichen azimuthalen Einfallsebene. Auch bei diesen, vom Grundprinzip abgewandelten Anordnungen bleibt das Problem der Reflexentstehung und Reflexbeseitigung mit polarisationsoptischen Mitteln bestehen. Das koaxiale Auflichtprinzip wird in der Stereomikroskopie vorzugsweise nur bei ebenen und flachen Präparaten (geringe Tiefenausdehnung) angewendet, da bei Objekten mit Tiefenausdehnung bzw. Objekten mit Oberflächenrelief bei dieser senkrechten Beleuchtung nur ein schlechter Kontrast bzw. ein schlechter räumlicher Seheindruck erreichbar ist; ein wesentlich besserer Kontrast und Raumeindruck ist durch die bei einer schrägen Beleuchtung auftretenden Schattenwirkung erreichbar. Die oben beschriebenen verschiedenartigen, nach dem koaxialen Auflichtprinzip arbeitenden internen Beleuchtungsanordnungen werden in konventionellen Stereomikroskopen (Teleskopbauweise), in Operationsmikroskopen, in medizinischen Geräten mit stereoskopischer Beobachtung (Kolposkope, Spaltlampen) oder z. T. in Endoskopen eingesetzt.

Die Offenlegungsschrift DE 196 40 352 A1 „Innenbeleuchtungsvorrichtung und Videomikroskopsystem“ beschreibt eine Anordnung der Lichteinkopplung über Strahlenteilung, wie sie in der konventionellen Hellfeld - Auflichtmikroskopie bekannt ist. Eine weitere Anordnung sieht die Integration einer Direktbeleuchtung (Lampe mit Reflektorspiegel) in ein Videogerät vor, wobei dann die Lichtübertragung über Lichtleiter in den Objektraum mit schräger Beleuchtung erfolgt bzw. eine nochmalige Lichtleitereinkopplung über eine Strahlenteilung in den Beobachtungskanal (koaxiales Auflichtprinzip) vorgesehen ist. Die vorgeschlagenen integrierten Beleuchtungsanordnungen, die z. T. Stand der Technik sind, beziehen sich nur auf die Kombination Videomikroskopsystem in Verbindung mit einem Videogerät.

In der Patentschrift „Operation Microscope“ US 4,783,159 wird ein Operationsmikroskop in Teleskopbauweise beschrieben, in dem eine interne Beleuchtungsanordnung zur Beleuchtung des Operationsfeldes integriert wird. Dabei wird das Licht grundsätzlich zwischen Zoomsystem (Pankrat) und Hauptobjektiv eingekoppelt. Das im Operationsmikroskop separat aufgebaute Beleuchtungssystem beleuchtet das Operationsfeld über die optischen Elemente Lichtleiter → separates Zoomsystem → Projektionslinse → Hauptobjektiv. Durch den Einsatz verschiedener optischer Umlenkelemente (Reflexionsprismen) wird die Operationsfeldbeleuchtung über das

14.10.05.99

Hauptobjektiv an verschiedenen Stellen (wahlweise axial oder außeraxial) möglich, was zu einer differenzierten Beleuchtung des Operationsgebietes führt (z. B. Auge).

In der Patentschrift „Illumination structure in microscope“ EP 0 793 128 A1 wird ein Mikroskop (Stereomikroskop in Parallelbauweise / Makroskop) beschrieben, in dem hinter dem Objektiv ein internes Beleuchtungssystem angeordnet ist. Es werden verschiedene Anordnungen beschrieben, durch die die Lichteinkopplung hinter dem Objektiv erfolgen kann, beispielsweise auf der optischen Achse des Objektivs zwischen den Beobachtungskanälen (2 Paare) mit einem Beleuchtungskanal, zwischen den Beobachtungskanal - Paaren mit 2 oder mehreren Beleuchtungskanälen bzw. der Lichteinkopplung unter Benutzung von mittels Fassungen abgetrennter Bereiche der Beobachtungsoptik.

In der Patentschrift „Auflicht - Objektbeleuchtungseinrichtung“ DE 39 06 555 A1 wird eine an einem Beobachtungsgerät angebrachte (externe) Beleuchtungseinrichtung beschrieben, die aus mehreren einzelnen, auch einzeln schaltbaren Lichtquellen (z. B. Selbstleuchter, Glasfasern oder von hinten leuchtende Blenden) bestehen und die in einem mindestens zweidimensionalen Array angeordnet sind, dessen Zentrum mit der optischen Achse der Beobachtungs - Abbildungsoptik übereinstimmt.

In der Patentschrift „Epidarkes Beleuchtungssystem“ DE 32 29 768 A1 wird ein epidarkes Beleuchtungssystem vorzugsweise für Auflichtmikroskope beschrieben, bei dem von einer Lichtquelle ausgehendes Licht zur Beleuchtung eines Objektes zwischen einer Hülse und einer Objektivlinse durchgeleitet wird (Anordnung ähnlich wie bei Auflicht - Dunkelfeldanordnungen). Mit dieser ringförmigen Beleuchtungsanordnung kann eine sehr flache Beleuchtung des Objektfeldes erreicht werden.

In der Patentschrift „Microscope illuminating apparatus“ EP 0 504 940 A2 werden verschiedene Mikroskop - Beleuchtungsanordnungen für Auflicht - Hell - und - Dunkelfeldbeleuchtung sowie für Durchlicht - Hell - und - Dunkelfeldbeleuchtung gezeigt, bei denen die Lichteinkopplung in die beleuchtungsoptischen Systeme unter anderem mit faseroptischen Mitteln durchgeführt wird.

11.10.05.99

In der Patentschrift „Stereomikroskop“ DE 19523712 A1 wird ein Stereomikroskop (Teleskopbauweise) beschrieben, welches eine Beobachtungs - Frontlinse und eine Beleuchtungslinse aufweist, die voneinander getrennt sind. Die fokussierbare Beobachtungs - Frontlinse richtet einen von einem Objektpunkt emittierten Strahl aus Beobachtungslicht parallel aus. Die Beleuchtungslinse projiziert einen Strahl aus Beleuchtungslicht auf den Objektpunkt. Durch die Anordnung / Fokussierung von Beobachtungs- und Beleuchtungslinse kann eine zu beleuchtende Position entsprechend der Bewegung eines Objektpunktes verändert werden. Ziel dieser speziellen Anordnung ist es, eine möglichst koaxiale Beleuchtung zu erreichen, d. h. einen möglichst kleinen Winkel zwischen der optischen Achse des Beleuchtungslichtes und der optischen Achse des Beobachtungslichtes (Vermeidung von Reflexen) einzustellen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für Stereomikroskope die Beleuchtungsanordnung so auszugestalten, daß sie mit minimalem Platzbedarf erfolgt und dennoch der optisch - mechanische Grundaufbau nur minimal beeinflusst wird und eine helle, homogene und reflexfreie Beleuchtung des maximal sichtbaren Objektfeldes unabhängig von der Lage und Beobachtungsrichtung des Stereomikroskopes ermöglicht wird.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1: Eine Unteransicht eines erfindungsgemäßen Stereomikroskopes

Fig. 2: Den erfindungsgemäß eingesetzten Lichtleiter

Fig. 3: Eine schematische aufgeschnittene Seitenansicht

Fig. 4: Eine Seitenansicht senkrecht zur Seitenansicht gemäß Fig.3

Fig. 5: Die vorteilhaften Verstellmöglichkeiten der Beleuchtung

Fig. 6: Anordnung zur Kontrastierung, Beispiel Fluoreszenzanregung über die Spot - Beleuchtungseinrichtung

Durch die Integration einer von den Beobachtungsstrahlengängen vollständig getrennten faseroptischen Beleuchtungsanordnung mit Fokussieroptiken in den Stereomikroskop - Grundkörper, vorzugsweise der Anordnung zweier „Spots“ in einer

M 10.05.99

Ebene orthogonal zur Beobachtungsebene wird eine Anordnung erreicht, die der obenstehenden Aufgabenstellung genügt.

In Fig.1 sind B1, B2 die Austrittsöffnungen bzw. Objektiven zweier Beobachtungskanäle eines Greenough- Stereomikroskopes MI in Richtung des Objektes.

Das Mikroskop MI ist über einen Mikroskopträger MT mit einem Stativ S verbunden.

Senkrecht zur Verbindungsachse der Beobachtungskanäle sind die Austrittsöffnungen BL1, BL2 zweier Lichtquellen angeordnet.

Durch diese orthogonale Anordnung der Beleuchtungskanäle wird eine störende Abbildung des Beleuchtungskanals nach Reflexion in der Objektebene (kritisch bei stark reflektierenden Objekten) in den zweiten Beobachtungskanal und eine damit verbundene Kontrastverschlechterung vermieden. Weiterhin ist zur Vermeidung von Reflexen im gesamten Stereomikroskop - Zoombereich bei hochreflektierenden Objekten und Verbesserung des „stereoskopischen Kontrastes“ die Beleuchtungsanordnung, wie in Fig. 4, 5 dargestellt, unter einem Winkel $\neq 0^\circ$, d. h. unter einem Winkel von $\approx 10^\circ \dots 12^\circ$ (\equiv Halbwinkel bis zur Mitte) zur optischen Achse des Mikroskopes vorteilhaft angeordnet. Den Lichtleitern vorgeschaltete Fokussieroptiken FO, die die Objektebene ausleuchten, können sowohl als Festsysteme (Ausleuchtung des maximalen Objektfelddurchmessers) und prinzipiell auch als Zoomsysteme (z. B. mit dem Beobachtungs - Zoomsystem mechanisch gekoppelt) mit variablem Objektfelddurchmesser ausgeführt sein.

Zur Erreichung einer maximalen Beleuchtungsstärke in der Objektebene ist es vorteilhaft, wenn die Beleuchtung über einen mit Fokussieroptiken FO, versehenen Zwillingslichtleiter LL (s. Fig. 2) erfolgt und eine Überlagerung beider „Einzel - Spots“ in der Objektebene stattfindet. Die beiden Einzelfaserbündel der Verzweigung V des flexiblen Zwillingslichtleiters LL vereinigen sich noch innerhalb des Stereomikroskop - Grundkörpers und verlassen als durchgehender (Vermeidung von Lichtverlusten), einarmiger und flexibler Lichtleiter - mit einer ausreichenden Länge versehen - über eine Zugentlastung ZE an geeigneter Stelle den Stereomikroskop - Grundkörper. Über ein standardisiertes Endstück ST wird der Lichtleiter dann mit einer externen Kaltlichtquelle LQ verbunden. Als flexible Lichtleiter können sowohl Glas - Lichtleiter oder Kunststoff - Lichtleiter als auch Flüssiglichtleiter (besonders



vorteilhaft bei Fluoreszenzbeleuchtungsanordnungen, s. auch Fig. 6) verwendet werden.

Eine mögliche Anordnung der integrierten faseroptischen Beleuchtungsanordnung in einem Stereomikroskop Greenoughscher Bauart in einer Ebene parallel zu der der Beobachtungskanäle (Schnittdarstellung durch einen Beleuchtungskanal) zeigt Fig. 3.

Das Mikroskop MI ist nur gestrichelt und ohne Tubus angedeutet.

Der Lichtleiter LL wird von oben in das Mikroskopgehäuse eingekoppelt und weist eine Zugentlastung ZE auf.

Sein verzweigter Teil V verläuft vorteilhaft vollständig im Innern des Mikroskopgehäuses zwischen den auf Führungen F beweglichen und teilweise feststehenden Linsengruppen L des Zoomsystems des Mikroskopes, ohne daß die Beobachtungsstrahlengänge hierdurch vignettiert würden..

In Fig. 4 wird dargestellt, daß die beiden mit Fokussieroptiken FO versehenen Lichtleiterenden einen Winkel zur optischen Achse des Mikroskopes einnehmen und sich dadurch vorteilhaft bezüglich ihrer Beleuchtungspots BS überlagern, so daß eine gleichmäßige helle Ausleuchtung des Objektes in der Objektebene OE über das gesamte maximale Objektfeld OF erzielt wird.

Dieses Beleuchtungsprinzip eignet sich sowohl für die Stereomikroskope in Greenoughbauweise als auch prinzipiell für Stereomikroskope in Teleskopbauweise. Zur Vermeidung von Reflexen (Nachteil der bekannten coaxialen Stereomikroskop - Beleuchtungsanordnungen) kann die Beleuchtung auch außerhalb von Vorsatzsystemen (Greenoughsystemen) bzw. Objektiven (Teleskopsysteme, typische Beleuchtungsanordnungen für Operationsmikroskope) realisiert werden. Eine Festinstallation der Beleuchtungs - Fokussieroptiken bringt eine optimale Ausleuchtung des Objektfeldes für das Stereomikroskop ohne Vorsatzsystem (Greenoughsche Bauart) bzw. nur für ein Vorsatzsystem / Objektiv. Für die Anpassung an verschiedene Objektive / Vorsatzsysteme ist ein Verschieben und Schwenken der Beleuchtungs - Fokussieroptiken mit mechanischen Führungs- und Stellelementen notwendig. Dies ist in Fig. 5 dargestellt.

11.10.05.99

Hier sind in verschiedene Richtungen über Bedienelemente schwenkbare und radial verschiebbare und fokussierbare Beleuchtungsoptiken FO dargestellt. Die Beleuchtungsfokussierung, d. h. die variable Anpassung der Beleuchtungsspot an den beobachtbaren Objektfelddurchmesser, wird mit einer Fokussiersteuerung FS, die entweder mechanisch mit dem Beobachtungs - Zoomsystem gekoppelt ist oder elektronisch über eine Motorisierung durchgeführt wird, realisiert.

Unterschiedliche vorteilhafte Varianten werden nachstehend beschrieben.

- [A]** - Schwenken der Beleuchtungs - Fokussieroptiken (Variation des Einfallswinkels der Licht - Spots in Verbindung mit **[B]**), Betätigung mit geeigneten externen Bedienelementen
- [B]** - Radiale Verschiebung der Beleuchtungs - Fokussieroptiken (Variation des Einfallswinkels der Licht - Spots in Verbindung mit **[A]**), Betätigung mit geeigneten externen Bedienelementen
- [C]** - Variation des beleuchteten Objektfelddurchmessers durch Fokussieren: Variation des Abstandes zwischen Lichtleiter - Ausgang und Fokussieroptik mit manueller Betätigung oder Lichtleitereinkopplung in ein separates Beleuchtungs - Zoomsystem, das mechanisch mit dem Beobachtungszoom zwangsgekoppelt ist oder durch eine externe Steuerung FS mit Motorantrieb betätigt wird

Hierbei kann vorteilhaft das Beleuchtungs - Fokussiersystem mit dem Zoomtrieb des Stereomikroskops mechanisch oder elektrisch gekoppelt sein , d. h. mit Betätigung des Beobachtungs - Zoomsystems wird der beleuchtete Objektfelddurchmesser automatisch variabel angepaßt,

Dieses Beleuchtungsprinzip eignet sich weiterhin für mikroskopische Kontrastverfahren. In Fig. 6 wird beispielhaft die Anordnung für die Fluoreszenzanregung über die Spot - Beleuchtungseinrichtung dargestellt. Werden ausgehend von den in Fig. 4 oder Fig. 5 beschriebenen Anordnungen zwischen Lichtleiterendstück ST und Lichtquelle LQ eine Filteraufnahme FAA zur Aufnahme und Wechsel von Filtern, bei Fluoreszenzanregung zur Aufnahme und Wechsel von Anregungsfiltern A, zwi-

11.10.05.99

schengeschaltet (diese Filterwechselstelle ist bei vielen auf dem Markt befindlichen Lichtquellen - insbesondere bei Kaltlichtquellen - bereits vorhanden), ist eine Fluoreszenzanregung über die Spot - Fokussieroptiken FO möglich. Wird weiterhin in die Beobachtungskanäle eine Filteraufnahme für Sperrfilter FAS zum Wechsel von Sperrfiltern S untergebracht, kann mit sehr gutem stereoskopischem Fluoreszenzkontrast beobachtet werden, d. h. durch die vollständige Entkopplung von Beleuch-

tungs- und Beobachtungskanälen ist eine durch schräge Beleuchtung kontrastreiche und reflexfreie Beobachtung möglich. Als Lichtquellen eignen sich für Fluoreszenzanregungen im sichtbaren Spektralbereich Halogen - Kaltlichtquellen (z. B. SCHOTT - Kaltlichtquelle KL 1500) oder XBO (Xenon - Höchstdrucklampen, z. B. XBO 75 W) für UV - Fluoreszenzanregungen HBO (Quecksilber - Höchstdrucklampen, z. B. HBO 50 W oder HBO 100 W). Für die unterschiedlichsten Applikationsaufgaben der Fluoreszenzstereomikroskopie werden von Filterherstellern bzw. Stereomikroskopherstellern eine ganze Reihe verschiedenartiger Filtersets (bestehend aus Anregungs- und Sperrfiltern) angeboten. Vorteilhaft für die stereomikroskopische Beobachtung in beliebiger Raumrichtung (z. B. Sonderstative für Restaurateure) mit Fluoreszenzanregung ist die Lichteinkopplung über Lichtleiter, da die o. g. Höchstdrucklampen bei einer starren Ankopplung an das Stereomikroskop ohne Lichtleiter durch ihre erhebliche Wärmeentwicklung (Verbrennungsgefahr bei Berührung) den Beobachter stören würde und außerdem die Höchstdrucklampen lt. Herstellerangabe immer nur in einer vertikalen Einbaulage betrieben werden dürfen (bei starken Neigungen kommt es zur Zerstörung dieser Lampen). In der erfindungsgemäßen Anordnung nach Fig. 6 kann die Lichtquelle an einem festen Ort (beispielsweise am Sonderstativ befestigt) verbleiben und das Stereomikroskop kann - über den Lichtleiter mit der Lichtquelle verbunden - beliebig im Raum orientiert werden.

Erprobungsergebnisse:

Es erfolgte die Integration einer Auflichtbeleuchtung - wie in Fig. 1 bis Fig. 4 dargestellt - in den ZEISS - Stemi 1000 - Grundkörper unter Beibehaltung des Arbeitsabstandes von 4" (110 mm).

11.10.05.99

Die beiden Beleuchtungsoptiken - in Nord - Süd - Richtung angeordnet - wurden unter einem Winkel von $2 \times 8^\circ$ positioniert, um eine schräge Auflichtbeleuchtung mit einer weitgehenden Entkopplung von den Beobachtungskanälen zu realisieren. Mit dieser Anordnung wurde eine wesentlich bessere Bildgüte (keine störenden Auflichtreflexe im oberen Zoombereich) als bei aufwendigen coaxialen Auflichtbeleuchtungsanordnungen (Reflexminimierung mit polarisationsoptischen Mitteln) erreicht.

Folgende Leistungsmerkmale wurden am Prototypen nachgewiesen:

- a)
Helle, homogene Ausleuchtung, Beleuchtung mit SCHOTT KL 1500e - Kaltlichtquelle; am Prototypen wurde ein Beleuchtungs - Winkel von $2 \times 8^\circ$ realisiert, damit konnte ein wesentlich kleinerer Beleuchtungswinkel als bei extern angesetzten Leuchten mit sehr schrägem Lichteinfall (z. B. SCHOTT - Punkt - bzw. Ringlicht: 18° , Leuchte 10: 35°) erzielt werden,
- b)
Wesentlich kontrastreichere Beleuchtung als klassische, coaxiale Beleuchtungsanordnungen mit Strahlenteilung (Beleuchtungswinkel 0° , Problem der aufhellenden Einfachreflexe, die sich trotz Antiflex - Anordnung nicht vollständig eliminieren lassen) durch vollständige Trennung der Beobachtungs - und Beleuchtungsstrahlengänge,
- c)
Durch die vollständige Integration der Beleuchtung in den Stereomikroskop - Grundkörper bleibt der volle Arbeitsabstand (4" beim Stemi 1000) erhalten: Vorteil gegenüber extern angesetzten Kaltlicht - Komponenten, durch die der Arbeitsabstand eingeschränkt und die direkte, freie Sicht auf das Beobachtungsobjekt verbaut wird,
- d)
Alle äußeren Stereomikroskop - Schnittstellen bleiben erhalten ($\varnothing 76$ mm als international standardisierter Aufnahme - \varnothing , Aufnahme - \varnothing für externe Kaltlicht - Komponenten, Koppel - Gewinde für Vorsatzsysteme), damit gibt es keine Einschränkungen der bisherigen Variabilität,
- e)
Durch die Integration braucht die Beleuchtung bei wechselnden Beobachtungsorten (z. B. Sonderstative für MEG - Anwendungen, Durchmusterung großer Objektfelder mit Auslegerstativen z. B. in der Textilbranche, Restauratorstative mit beliebigen Raumorientierungen des Stereomikroskop - Grundkörpers) nicht nachgeführt werden und die freie Sicht zum Objekt bleibt erhalten,

14.10.05.99

Aufgrund des außerordentlich gedrängten Stereomikroskop - Grundaufbaus werden folgende Alternativen in Abwandlung der o. g. Ausführungsbeispiele (Fig. 1 bis Fig. 4) bei notwendigen konstruktiven Einschränkungen für die Spot - Beleuchtung gesehen:

- Verzicht auf einen Beleuchtungskanal, Beleuchtung nur mit einem „Spot“ aus N - oder S - Richtung,
- Anstelle des flexiblen Lichtleiters könnte auch bei ausreichender Lichtausbeute ein Lichtleitstab bzw. ein innenverspiegeltes Lichtleitrohr angewendet werden, an dem am oberen Ende wechselbar (bei vertretbarem Transmissionsverlust ein Vorteil !) ein flexibler Standardlichtleiter (z. B. für KL 200) eingekoppelt werden kann.
- Verzicht auf die Fokussieroptik, d. h. durch die hohe Lichtleiterapertur ($A \approx 0.66$ bei Faser - Typ A2) wird bei einem freien Arbeitsabstand von 90 mm ein Objektfeld von ≈ 160 mm ausgeleuchtet (relativ homogene Ausleuchtung $\approx \varnothing 100$ mm), die im Sehfeld sichtbare Beleuchtungsstärke ist dann insbesondere im oberen Zoombereich spürbar geringer als bei einer angepaßten Ausleuchtung des Objektsehfeldes, sie wird aber noch als ausreichend eingeschätzt (Vorteil der großflächigen Ausleuchtung des Objektfeldes bei Objektmanipulation und -positionierung mit bloßem Auge, d. h. das „Licht“ liefert immer das Stemi).

11.10.05.99

Patentansprüche:

1.

Beleuchtungsanordnung für ein Stereomikroskop, vorzugsweise vom Greenough - Typ ,

bestehend aus mindestens einem, vorzugsweise zwei in einer bezüglich der durch die Ebene der beiden Beobachtungskanäle im wesentlichen orthogonal angeordneten Ebene angeordneten Beleuchtungskanälen.

2.

Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 1,

in einem Stereomikroskop vom Greenough-Typ, mit zwei Lichtkanälen im Innern des Mikroskopgehäuses außerhalb der Beobachtungsstrahlengänge.

3.

Beleuchtungsanordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei eine Führung der Lichtkanäle um die Beobachtungsoptik herum erfolgt.

4.

Beleuchtungsanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 3

wobei die Beleuchtungsrichtung in einem Winkel zur optischen Achse des Mikroskopes erfolgt, so daß kein direktes Licht in die Beobachtungskanäle fällt.

5.

Beleuchtungsanordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Beleuchtung über mindestens einen Lichtleiter erfolgt

6.

Beleuchtungsanordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Lichtleiter ein flexibler Glas - Lichtleiter und / oder Kunststoff - Lichtleiter und/ oder Flüssig - Lichtleiter ist.

7.

Beleuchtungsanordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Lichtleiter zumindest teilweise im Innern des Mikroskopgehäuses verläuft

11.10.05.99

8.

Beleuchtungsanordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Beleuchtung über die Lichtleiterenden erfolgt.

9.

Beleuchtungsanordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Beleuchtung über eine dem Lichtleiterende nachgeordnete Beleuchtungsoptik erfolgt.

10.

Beleuchtungsanordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Beleuchtungsoptik bezüglich des Abbildungsmaßstabes als Zoomsystem verstellbar und/ oder verschiebbar und/ oder verschwenkbar angeordnet ist.

11.

Beleuchtungsanordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zur Verstellung der Beleuchtungsoptik eine handbetätigbare und / oder motorisch betätigbare Ansteuerung vorgesehen ist

12.

Beleuchtungsanordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei bei Verstellung der Beleuchtungsoptik als Zoomsystem eine Kopplung dieser Verstellung mit der Verstellung des Mikroskop- Zoomsystems erfolgt.

13.

Beleuchtungsanordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Beleuchtung über einen Lichtleiter, der sich zur Erzeugung der zwei Lichtkanäle verzweigt, erfolgt.

14.

Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 13, wobei die Verzweigung sich vollständig im Innern des Mikroskopgehäuses befindet.

11.10.05.99

15.

Beleuchtungsanordnung nach einem der Ansprüche 13 oder 14, wobei die Abzweigungen des Lichtleiters um die Beobachtungskanäle herum geführt sind.

16.

Beleuchtungsanordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Lichtleiter mit einer außerhalb des Mikroskopes angeordneten Kaltlichtquelle verbunden ist.

17.

Beleuchtungsanordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei eine Fluoreszenzanregung über die Beleuchtungskanäle erfolgt.

18.

Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 17, wobei mindestens ein Lichtleiter mit einer außerhalb des Mikroskopes angeordneten Lichtquelle, die für Fluoreszenzanregungen in Kombination mit wechselbaren Anregungsfiltern geeignet ist, verbunden ist.

19.

Beleuchtungsanordnung nach einem der Ansprüche 17 oder 18, wobei zwischen der Lichtquelle und dem Lichtleiter eine Filteraufnahme für Anregungsfilter und im Beobachtungsstrahlengang eine Filteraufnahme für Sperrfilter vorgesehen ist.

M 10.06.99

Fig. 1

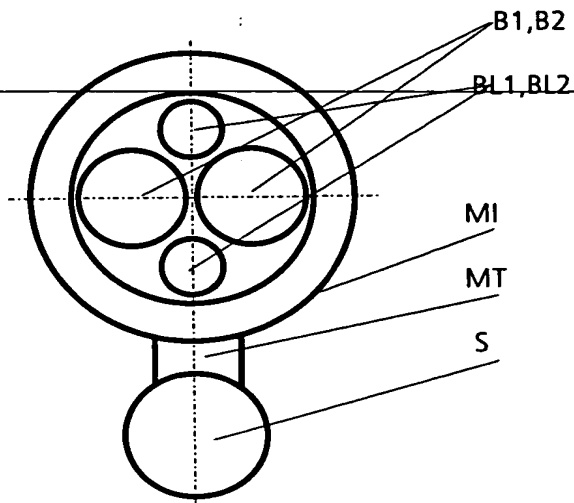
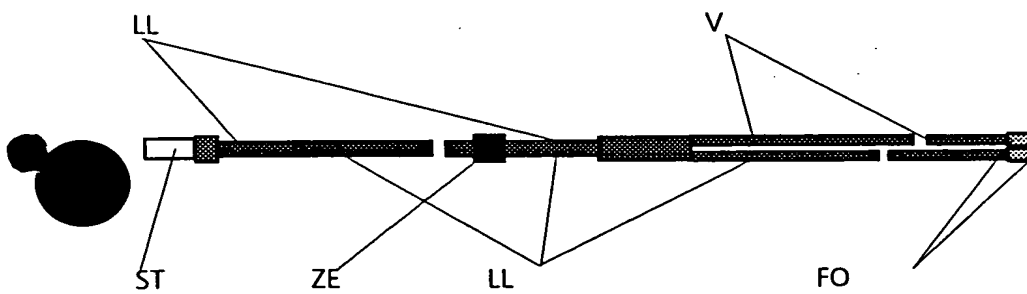
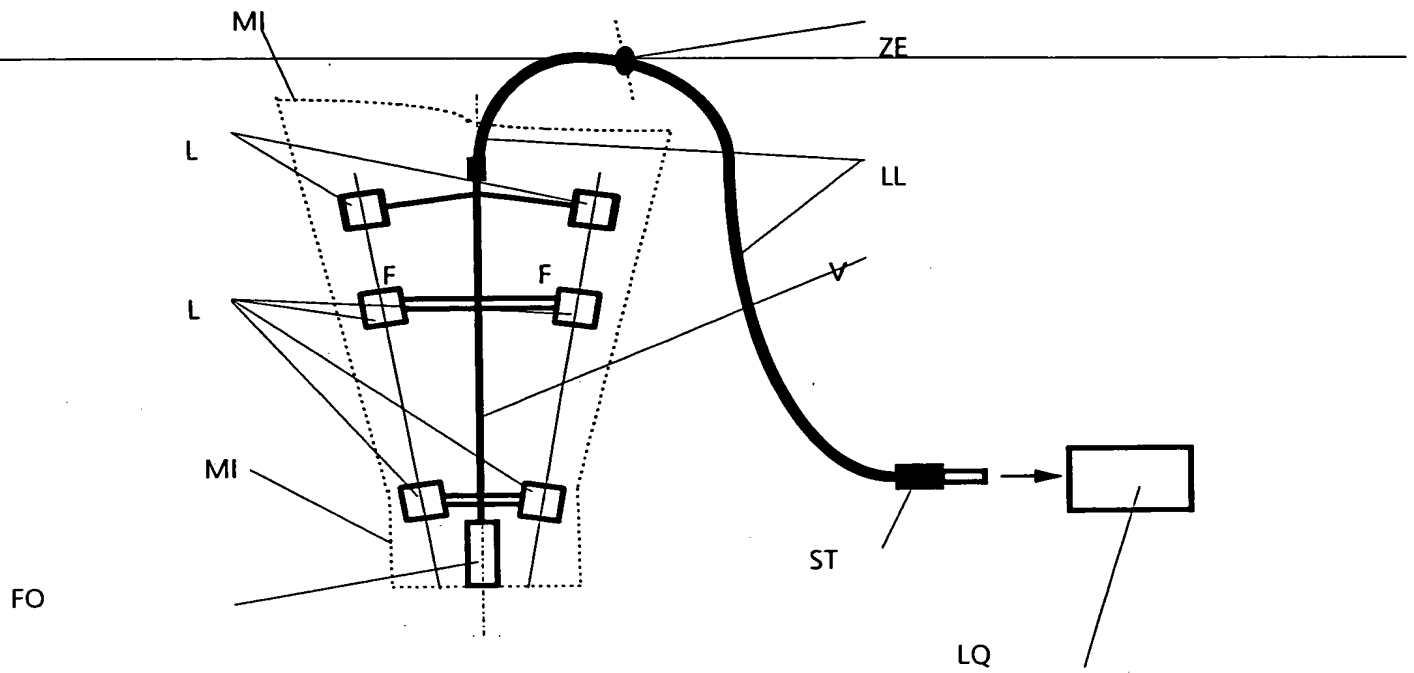


Fig. 2



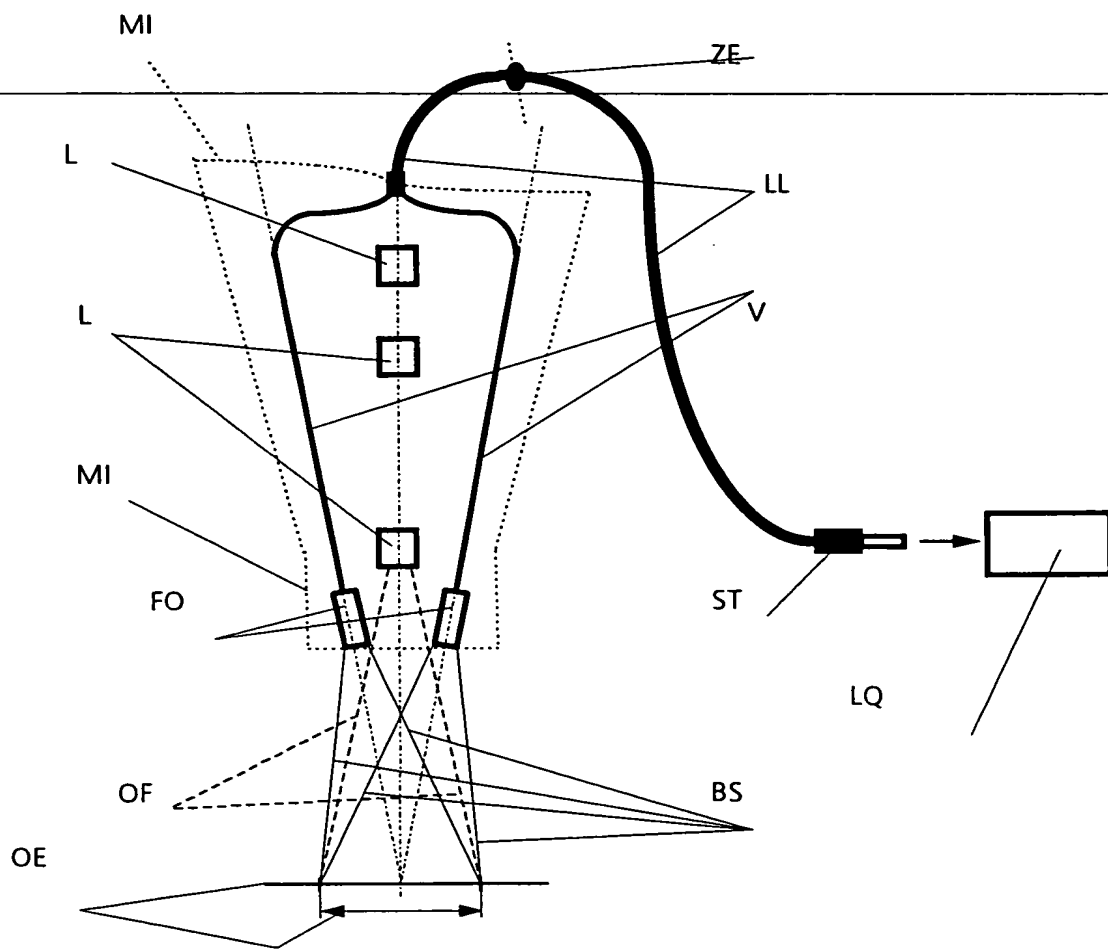
M 10.08.99

Fig. 3



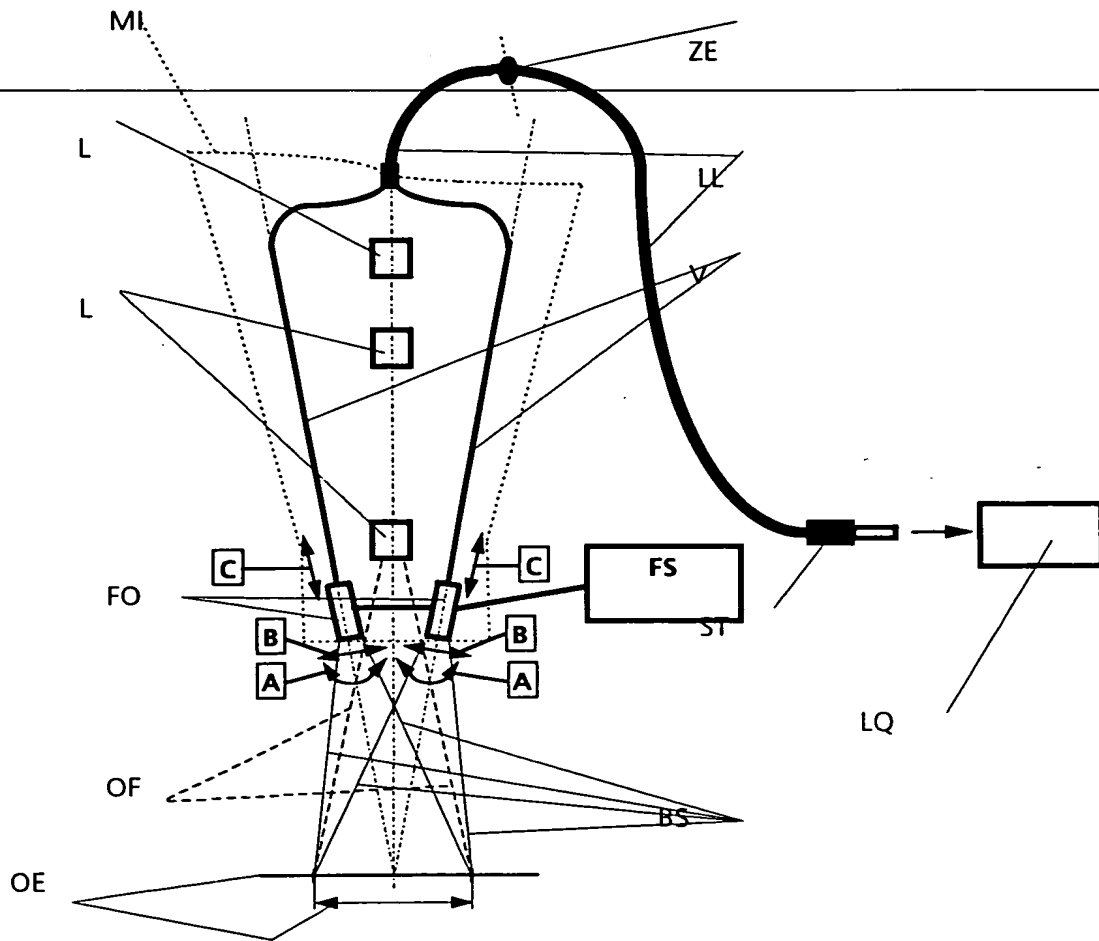
M 10.06.99

Fig. 4



M 10.06.99

Fig. 5



M 10.08.99

Fig. 6

